

## РАЗРАБОТКА ЕДИНИЧНОГО СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ВЫСОТЫ ПРУЖИНЫ ПОД НАГРУЗКОЙ НА ПРЕССЕ П-50 ДЛЯ ОАО «ЖЕЛДОРРЕММАШ»

Ильина Н.Л.

Научный руководитель: Наталинова Н.М., к.т.н., доцент кафедры КИСМ  
Томский политехнический университет, Институт кибернетики  
natasha-i94@yandex.ru

### Введение

В результате анализа состояния измерения центрально-измерительной лаборатории Улан-Удэнского локомотивовогоноремонтного завода было принято решение о разработке единичного средства измерения для замера высоты пружины под прессом П-50. Разработана конструкторская и технологическая документация. Разработана методика измерения и методика аттестации единичного средства измерения. Произведен расчет метрологических характеристик.

На сегодняшний день огромное внимание уделяется качеству продукции. Важнейшим фактором обеспечения качества продукции является не только правильность технологических процессов, но и, в не меньшей степени, качество метрологического обеспечения производства. Под метрологическим обеспечением понимается установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений [1]. В свою очередь, требуемая точность измерений гарантируется качеством применяемых на предприятии средств измерений, средств допускового контроля и приспособлений.

Целью данной работы является разработка единичного средства измерения для замера высоты пружины под нагрузкой на прессе П-50 для Улан-Удэнского локомотивовогоноремонтного завода филиал ОАО «Желдорремаш».

Для решения поставленной цели следовало разработать конструкторскую документацию, произвести конструкторские расчеты, провести анализ технологичности нового средства измерения, рассмотреть технологический процесс изготовления, рассчитать нормы времени и режимы резания, составить маршрутно-операционную карту, определить метрологические характеристики, составить программу аттестации единичного средства измерения.

Инструмент для замера высоты пружины (рис. 1) – прибор промышленного назначения, предназначен для замера высоты пружины под нагрузкой на прессе П-50. Инструмент удобен в использовании. В основе данного инструмента лежит электронно-цифровая линейка. Диапазон от 0 до 200 мм., может варьироваться в зависимости от типа линейки. Пределы допускаемой погрешности  $\pm 0,20$ .

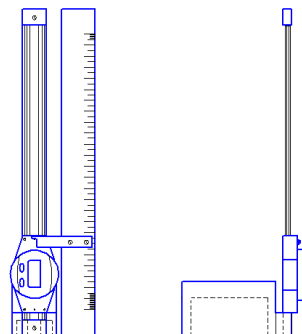


Рисунок 1 - Прибор для замера высоты пружины под нагрузкой на прессе П-50

Инструмент состоит из трех соединенных между собой деталей: линейка электронно-цифровая, стойка и линейка стальная. Основание (стойка) и линейка изготавливаются из материала Ст45 ГОСТ 1050-88. Показывающим устройством служит цифровой индикатор электронной линейки. Цифровая линейка закрепляется на стойке. К ручке индикатора крепится стальная линейка. Крепление происходит при помощи винтов с потайной головкой  $\varnothing 4$  ГОСТ 17475-80, винты входят в комплект электронно-цифровой линейки.

Принцип действия разрабатываемого средства измерения основан на принципе действия электронно-цифровой линейки (при разработке цифровой линейки применяют емкостные и индуктивные ИП), что, в свою очередь, делает процесс измерения менее трудоемким и частично исключает влияние человека на проведение измерения, позволяет получить более достоверную информацию об измерениях.

Произведем некоторые конструкторские расчеты: расчет прочности винтового соединения, расчет на статическую прочность линейки, расчет на прогиб линейки [2].

Расчет прочности винтового соединения: Условие прочности винта рассчитывается по формуле:

$$\sigma_p = \frac{4F}{\pi d^2} \leq [\sigma_p]$$

где  $\sigma_p$  – расчетное напряжение растяжения в поперечном сечении нарезной части винта;  
 $F$  – сила, растягивающая винт;  
 $d$  – диаметр резьбы;  
 $[\sigma_p]$  – допускаемое напряжение на растяжении винта.

$$\sigma_p = \frac{2,5}{\frac{3,14 \cdot 3,242^2}{4}} = 0,30$$

$$[\sigma_p] = \sigma_t / [s],$$

где  $\sigma_t$  – предел текучести материала;  
 $[s]$  – допускаемый коэффициент запаса прочности материала.

$$[\sigma_p] = \frac{285}{3} = 95 \text{ Н / мм}^2$$

$$\sigma_p \leq [\sigma_p]$$

$$0,30 \leq 95$$

Также в конструкторской части спроектированы чертежи составных элементов и чертеж самого приспособления. В технологической части работы разработана маршрутно-операционная карта изготовления деталей «стойка» и «линейка», которая содержит перечень переходов и установок по обработке изделия и применяемых инструментов. Детали технологичны и просты в изготовлении. Рассчитаны режимы резания и основное техническое время [3]. Также был рассмотрен технологический процесс сборки детали.

*Маршрутно-операционная карта на деталь – стойку.*

Деталь стойка служит основанием для данного инструмента, придает ему устойчивость, что также влияет на правильность измерений. Проста в конфигурации, имеет одно отверстие с резьбой М4.

#### 005. Контрольная операция

1. Проверить наличие материального клейма. Проверить плиту на отсутствие забоин, трещин.

Лупа 4-кр ГОСТ 25706-83

#### 010. Отрезная операция

Станок вертикально-фрезерный 6Р12

1. Разметить плиту 55х1250х1250 Ст45, выдерживая размеры 50х110.

2. Отрезать заготовку по разметке.

Фреза дисковая Ø80 ГОСТ 3755-78, Очки 037 ГОСТ Р 12.4.013-97, Чертилка 8541-809. с ГОСТ 427-75. Угольник ГОСТ 3749-77.

*Режимы резания.*

Из справочника определяем:

$$s_z = 0,09 \text{ мм/зуб}, \quad v = 40 \text{ м/мин}, \quad n = 141 \text{ об/мин},$$

$$s_M = 212 \text{ мм/мин};$$

Поправочный коэффициент для Ст45 – 1,12.

$$v = 40 \cdot 1,12 = 45 \text{ м/мин},$$

$$n = 141 \cdot 1,12 = 160 \text{ об/мин},$$

$$s_M = 212 \cdot 1,12 = 240 \text{ мм/мин}.$$

Корректируем по паспорту станка, подбираем ближайшие значения, устанавливаем:

$$n = 160 \text{ об/мин}, \quad s_M = 250 \text{ мм/мин}$$

Находим фактическую скорость резания и подачу на зуб:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 160}{1000} = 40,192 \text{ м/мин},$$

$$s_Z = \frac{s_M}{n \cdot z} = \frac{250}{160 \cdot 18} = 0,09 \text{ мм/зуб}$$

Мощность, требуемая на резание  $N = 1,2$  кВт.

$$N_s = N_d \cdot \eta = 7,5 \cdot 0,75 = 5,6 \text{ кВт}.$$

$5,6 \leq 1,2$ , следовательно, установленный режим резания осуществим.

*Основное время.*

$$T_o = \frac{l + l_1 + l_2}{s_M} = \frac{1250 + 31}{250} = 5,124 \text{ мин}.$$

#### 050. Контрольная операция

Стол контрольный.

1. Контроль размеров детали.

Линейка 500 Д ГОСТ 427-75, ШОК, Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89, Калибр резьбовой 8221-3023 ОСТ 1.521-76.

Для разработанного средства измерения были нормированы метрологические характеристики, исходя от требуемых точностных параметров измеряемой детали (пружина винтовая тележечная), представленных на рис. 2 [4].

Метрологические характеристики средства измерения для замера высоты пружины представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристик									
Диапазон измерения,	Погрешность,	Сходимость,	Разрешение	Отклонения от плоскости В (повышенное, 20%)			Отклонение от параллельности В (повышенное, 20%)		
				Основа ние	Электронно-цифровая линейка	Стальная линейка	Основа ние	Электронно-цифровая линейка	Стальная линейка
0 – 200	±2 0	±1 0	0, 01	±0,006	±0,0114	±0,0114	±0,006	±0,0114	±0,0114

Инструкция проведения измерения:

1. Перед проведением измерения сжатия пружины установить отсчитывающее устройство на верхнюю точку отсчета.

2. Включить отсчетное устройство, установить на ноль (обнулить).

3. Установить пружину на пресс.

4. Инструмент установить в центр пружины. Под действием пресса пружина сжимается, линейка, под действием пресса опускается до того момента, пока пресс не наберет заданное усилие и не остановится автоматически.

5. Пресс вернуть в начальное положение. Достать инструмент.

6. Отсчетное устройство покажет значение, на которое опустится линейка, высоты пружины под действием статической нагрузки.

Разработанная методика измерения представлена на рис. 2 в виде блок – схемы. Согласно ГОСТ 8.326-89 разработанное единичное средство измерения при вводе в эксплуатацию подлежит первичной метрологической аттестации [5].

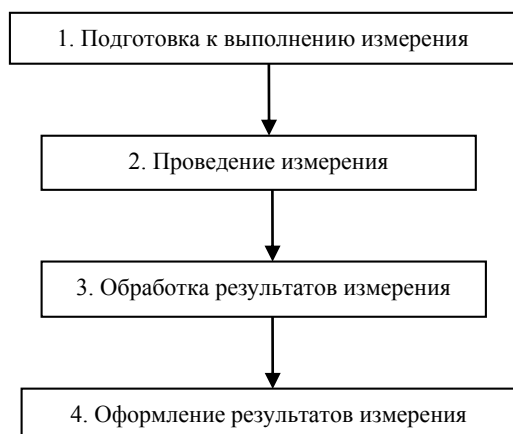


Рисунок 2 - Методика проведения измерения

#### Заключение

Была составлена программа и методика аттестации единичного средства измерения. В ходе проектирования была разработана конструкторская и технологическая документации. В конструкторской части отражено назначение СИ, произведен расчет винтового соединения, расчет на статическую прочность и прогиб линейки – одной из составляющих единичного средства измерения. В рамках технологической документации был описан технологический процесс на детали «основание» и «линейка», так же отражен технологический процесс сборки СИ. Разработанное единичное СИ для замера высоты пружины можно считать экономически выгодным и целесообразным в применении.

#### Список использованных источников

1. Артемьев Б.Г., Голубев С.М. Справочное пособие для работников метрологических служб: В 2-х кн./ Предисл. канд. техн. наук И.Х. Сологана, 3-

е изд., перераб. и доп. – М: Изд-во стандартов, 1990. - Кн. 2. - 529 с.

2. Иванов М. Н. «Детали машин» - Высшая школа, 3-е издание, 1976

3. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Часть 1. Изд. 2-е. М.: Машиностроение, 1974. 416 с.

4. Шишкин И.Ф. Метрология стандартизация и управление качеством.- М.: Изд-во стандартов, 1990

5. ГОСТ 8.326-89 ГСИ. Метрологическая аттестация средств измерений.